



СОГЛАСОВАНО.
Ученый секретарь СПбГУ.

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СПбГУ)

17 сентября 2024 г.

ПРОТОКОЛ

№ 03/1.21-03-8

заседания Ученого совета физического факультета СПбГУ

Председатель Ученого совета: декан физического факультета, профессор Ковальчук М.В.

Председательствующий: профессор Цветков Н.В.

Ученый секретарь: доцент Лезова А.А.

Присутствовали: **25** (из 33) членов Ученого совета.

Члены Ученого совета физического факультета единогласно поддержали кандидатуру профессора Н.В. Цветкова в качестве председательствующего на заседании Ученого совета в отсутствие декана факультета профессора М.В. Ковальчука.

П О В Е С Т К А Д Н Я :

1. Рассмотрение вопроса о выдвижении кандидата физико-математических наук, доцента Кафедры фотоники Рыжова Ивана Игоревича на конкурс премий Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых ученых за 2024 год за достижения в развитии техники спектроскопии поляризационных флуктуаций для определения свойств новых материалов, наноустройств, оптических вычислителей и сенсоров. Докладчик — председательствующий на заседании Ученого совета физического факультета профессор Цветков Н.В.

2. Выступление заместителя декана физического факультета по молодежной политике, доцента Подсевальниковой Анны Николаевны о приеме на программы бакалавриата, магистратуры и аспирантуры в 2024 году.

3. Разное.

утверждена профессором Н.В. Цветковым.

На основании результатов открытого голосования в состав счетной комиссии избраны единогласно старший преподаватель Зароченцева Е.П., профессора Тимофеев Н.А., Рюмцев Е.И.

1. СЛУШАЛИ: рассмотрение вопроса о выдвижении кандидата физико-математических наук, доцента Кафедры фотоники Рыжова Ивана Игоревича на конкурс премий Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых ученых за 2024 год за достижения в развитии техники спектроскопии поляризационных флуктуаций для определения свойств новых материалов, наноустройств, оптических вычислителей и сенсоров.

Председательствующий на заседании Ученого совета физического факультета профессор Цветков Н.В. сообщил о том, что коллектив Кафедры фотоники ходатайствовал о выдвижении кандидата физико-математических наук, доцента Рыжова Ивана Игоревича на конкурс премий Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых ученых за 2024 год за достижения в развитии техники спектроскопии поляризационных флуктуаций для определения свойств новых материалов, наноустройств, оптических вычислителей и сенсоров (Протокол заседания Кафедры фотоники № 44/12/17-02-4 от 05.08.2024 г.).

Основное направление научной деятельности Ивана Игоревича Рыжова — метод спектроскопии поляризационных флуктуаций (СПФ). Этот экспериментальный метод был разработан российскими физиками в 1981 году и бурно развивается с середины 2000-х. И.И. Рыжов развивает первый в России экспериментальный стенд СПФ более 13 лет и является первопроходцем во многих направлениях исследований, связанных с данной техникой. СПФ — особый оптический метод исследования, который, в отличие от других оптических и электромагнитных техник, не изменяет состояния изучаемого вещества, то есть не возмущает его, в чем и состоит одна из его главных ценностей. Метод обладает рядом уникальных возможностей: не требует поглощения света средой, даёт возможность томографии благодаря фокусировке луча, позволяет разделять отклик от разных частиц по длине волны, исследовать магнитное расщепление в нулевом поле, определять направление приложенного магнитного поля.

Выполненные И.И. Рыжовым экспериментальные исследования продемонстрировали, что информацию могут нести шумы не только прошедшего через систему, но и испущенного ею света. Он кардинально расширил круг

доступных для СПФ объектов: стали доступны диэлектрики с центрами окраски, двулучепреломляющие кристаллы, стёкла, анизотропные полупроводники (в том числе перовскиты), слоистые наноструктуры и более сложные объекты на их основе. Многие из результатов были получены благодаря достигнутому многократному увеличению чувствительности метода. В том числе соискателем было положено начало новому виду измерений — «активной», или «стимулированной» СПФ.

Эксперименты И.И. Рыжова раскрыли магнитометрический потенциал СПФ, показав, что с его помощью неинвазивным образом могут быть измерены магнитные поля внутри вещества в точке фокусировки светового луча. При этом одновременно можно следить за изменением величины и знака спиновой температуры ориентированных ядер вещества, а также изучать магнитные эффекты, вызванные действием мощного лазерного света.

Впечатляющие результаты были достигнуты при изучении нового физического объекта — экситон-поляритонного конденсата, также называемого поляритонным лазером или «жидким светом», так как внешне его излучение похоже на поверхность жидкости с волнами и вихрями. Волновой функцией и свечением конденсата можно управлять при помощи другого светового луча, что и определяет ценность таких объектов — на их основе возможно создание квантового вычислительного симулятора. Эксперименты соискателя показали, что состояние конденсата влияет на скрытую поляризацию его излучения. Это состояние, в свою очередь, может управляться при помощи поляризации внешнего света, что проявляется в эффекте спиновой памяти. В результате простой метод СПФ может применяться для контроля за состоянием поляритонного симулятора, а поляризация накачки — для управления им.

При помощи СПФ И.И. Рыжовым были выполнены исследования новых материалов — перовскитов, показавшие их применимость в качестве магнитооптических устройств вместо классических полупроводников и диэлектриков, главным преимуществом перед которыми является простота и низкая стоимость получения кристаллов. К примеру, на основе кристалла перовскита успешно испытан оптический изолятор — устройство, которое пропускает свет в одном направлении и не пропускает в обратном, и обнаружен эффект необратимой перезарядки перовскитных квантовых точек при помощи света, что может лечь в основу постоянной зарядовой памяти.

Полученные результаты имеют практическое значение: разработан оптический измеритель магнитного поля нового типа — флуктуационный магнитометр, предложен способ считывания состояния квантового симулятора на основе поляритонного конденсата и управления состоянием поляритонного конденсата, развит метод исследования магнитных полей внутри вещества без необходимости его возбуждения и разрушения, реализован недорогой оптический изолятор.

Проведенные И.И. Рыжовым исследования внесли значительный вклад в экспериментальное развитие новой техники спектроскопии поляризационных флуктуаций, углубили фундаментальные знания о магнитооптическом отклике разнообразных сред и спиновой динамике классических и квантовых ансамблей квазичастиц, открыли направления для практических приложений СПФ в области магнитометрии и спектроскопии парамагнитного резонанса.

И. И. Рыжов является соавтором 30-и научных публикаций в журналах, индексируемых наукометрическими базами Web of Science, Scopus и РИНЦ, из которых 27 посвящены исследованиям в области спектроскопии поляризационных флуктуаций, 26 входят в первый квартиль по JCR и/или SJR, в том числе в изданиях УФН (единственный российский физический журнал первого квартиля по JCR); Physical Review Letters (импакт-фактор 9.2), Scientific Reports издателя Nature Portfolio (5-й в списке наиболее цитируемых журналов в мире), Physical Review B (самый цитируемый журнал по физике конденсированного состояния). Общее количество цитирований по WoS 326 в 169 работах, индекс Хирша 9 по WoS, Scopus и РИНЦ. И.И. Рыжов является соавтором 3-х патентов на изобретение и 1-го на полезную модель. В настоящее время по результатам исследований соискателем ведётся подготовка докторской диссертации.

В 2022 году И.И. Рыжов стал обладателем премии Правительства Санкт-Петербурга имени Л. Эйлера в номинации «Естественные и технические науки» за вклад в развитие экспериментальной техники спектроскопии спиновых шумов. В 2023 году И.И. Рыжов получил медаль им. В.С. Летохова для молодых учёных за новаторские работы в области лазерной физики и спектроскопии и их приложений за 2022 год.

Под руководством И.И. Рыжова успешно завершены три гранта: РФФ 21-72-10021 «Резонансная лазерная спектроскопия поляризационных флуктуаций» (2021–2024), Грант Президента РФ МК-2070.2018.2 «Флуктуационная магнитометрия» (2018-2019), РФФИ 16-32-00593 (шифр ИАС 11.15.399.2016) «Оптимизация сигнала шумов фарадеевского вращения в полупроводниковых структурах» (2016-2017).

И.И. Рыжов являлся исполнителем 17 грантов и программ: тем. план фонд. НИР 11.0.53.2010 СПбГУ (2010-2012), Мегагрант Минобрнауки, 11.G34.31.0067 с вед. уч. А. В. Кавокиным (2011-2015), НИР СПбГУ 11.38.67.2012 (2012-2014), НИР СПбГУ 11.40.1470.2013 (2013), Международный грант «SPANGL4Q-INCO-EHTN» (2013-2015), РФФИ 14-02-31735 (2014-2015), НИР СПбГУ 11.38.277.2014 (2014-2016), РФФИ 15-52-12013 (2015-2018), РФФИ 16-52-150008 (2015-2017), РФФИ 17-12-01124 (2017-2019), РФФИ 17-02-01112 (2017-2019), Грант СПбГУ—DFG 40.65.62.2017 (2017-2018), ФЦП 14.616.21.0085 (2017–2018), РФФИ 19-52-12054 (2019-2022), РФФИ 19-52-12032 (2019-2022), проект Росатом «Поляритонная платформа для квантовых вычислений» (договор №P21145), Мегагрант Минобрнауки №075-15-2022-1112 «Создание лаборатории кристаллофотоники» с ведущим ученым К. Стомпосом (2022-2024).

ВЫСТУПИЛИ: профессора Троян В.Н., Шабаев В.М., Михайлов Е.Ф., Чижов Ю.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: на основании результатов тайного голосования (за – **24**, против – **нет**, недействительных бюллетеней – **нет**), единогласно утвержденных открытым голосованием, постановили ходатайствовать перед Ученым советом СПбГУ о выдвижении к.ф.-м.н., доцента Кафедры фотоники Рыжова Ивана Игоревича на конкурс премий Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых ученых за 2024 год за достижения в развитии техники спектроскопии поляризационных флуктуаций для определения свойств новых материалов, наноустройств, оптических вычислителей и сенсоров.

2. СЛУШАЛИ: выступление заместителя декана физического факультета по молодежной политике, доцента Подсевальниковой Анны Николаевны о приеме на программы бакалавриата, магистратуры и аспирантуры в 2024 году.

ВЫСТУПИЛИ: доцент Микушев В.М., профессора Шабаев В.М., Чижик В.И., Цветков Н.В., Михайлов Е.Ф., Вывенко О.Ф., Семенов В.С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: приняли к сведению полученную информацию.

3. СЛУШАЛИ: разное.

3.1. СЛУШАЛИ: рассмотрение вопроса о представлении кандидатуры кандидата физико-математических наук, доцента Кафедры общей физики 1 Вашукевича Евгения Александровича на конкурс 2024 года по присуждению молодым

ученым медали имени профессора В.С. Летохова в номинации «Фундаментальные исследования».

Председательствующий на заседании Ученого совета физического факультета профессор Цветков Н.В. сообщил о том, что коллектив Кафедры общей физики 1 рекомендовал кандидатуру кандидата физико-математических наук, доцента Вашукевича Евгения Александровича для участия в конкурсе 2024 года по присуждению молодым ученым медали имени профессора В.С. Летохова в номинации «Фундаментальные исследования» за теоретическое описание протоколов построения нелокальных и перепутывающих квантовых логических операций в многомодовых свето-атомных системах (Протокол № 44/12/6-02-3 от 03.09.2024).

Доцент Е.А. Вашукевич представляет на конкурс серию работ [1-5], посвящённых взаимодействию многомодовых световых полей с атомным ансамблем и приложениям в квантовой оптике и информатике:

[1] Vashukevich, E. A., Golubeva, T. Y., & Golubev, Y. M. (2020). Conversion and storage of modes with orbital angular momentum in a quantum memory scheme. *Physical Review A*, 101(3), 033830.

[2] Vashukevich, E. A., Bashmakova, E. N., Golubeva, T. Y., & Golubev, Y. M. (2022). High-fidelity quantum gates for OAM single qudits on quantum memory. *Laser Physics Letters*, 19(2), 025202.

[3] Bashmakova, E. N., Vashukevich, E. A., & Golubeva, T. Y. (2024). Parallel multi-two-qubit swap gate via quantum nondemolition interaction of orbital-angular-momentum light and an atomic ensemble. *Physical Review A*, 109(1), 012428.

[4] Башмакова, Е. Н., Вашукевич, Е. А., & Голубева, Т. Ю. (2023). Параллельная многокубитная эволюция в протоколе квантового неразрушающего взаимодействия. *Оптика и спектроскопия*, 131(7).

[5] Vashukevich, E. A., & Golubeva, T. Y. (2024). Parallel two-qubit entangling gates via QND interaction controlled by rotation. arXiv preprint arXiv:2405.08141., Accepted in *Physical Review A* at 03.09.2024

Работы Е.А. Вашукевича посвящены последовательному построению теории взаимодействия световых мод, обладающих орбитальным угловым моментом

(ОУМ), с ансамблем холодных атомов, а также приложению построенной теории к вопросам реализации квантовых логических операций, необходимых для проведения квантовых вычислений в дискретных переменных на системах высокой размерности - кудитах. Исследования относятся к бурно развивающейся области квантовых вычислений, в которой в последние годы наблюдается взрывной рост количества как экспериментальных результатов, так и теоретических разработок, призванных решить проблемы построения масштабируемого квантового компьютера. Оптическая платформа при этом рассматривается исследователями как одна из наиболее перспективных из-за большой скорости передачи информации и хорошо разработанных методов генерации, манипулирования и детектирования оптического излучения. Однако, построение операций, требующих взаимодействия нескольких квантовых объектов, является сложностью для оптических вычислений, поэтому Е.А. Вашукевичем рассматриваются гибридные системы свет-атомы и исследуются свойства логических преобразований в таких системах. Для построения кудитов, оказывается чрезвычайно удобно использовать пространственно-многомодовый свет с ОУМ качестве ресурса. При этом, для хранения информации в течение длительного времени можно использовать механизмы взаимодействия такого многомодового света с холодными атомными ансамблями.

В работе [1] Е.А. Вашукевичем была впервые продемонстрирована возможность сохранения света с ОУМ в протоколе Рамановской квантовой памяти с возможностью одновременного преобразования модового состава поля. Этот результат позволил Е.А. Вашукевичу построить теорию одномодовых логических преобразований над кудитами с использованием квантовой памяти. Подробно проанализированы физические условия, при которых указанные преобразования обладают высокими характеристиками [2].

Кроме того, Е.А. Вашукевичем найдены условия, при которых возможно реализовывать также перепутывающие двумодовые операции между пространственными модами света и пространственными модами спиновой когерентности атомного ансамбля [3,4]. Впервые описанный протокол позволяет реализовывать широкий спектр двумодовых операций и может использоваться для реализации параллельных операций над несколькими двухкубитными системами одновременно [5].

Исследования, представленные в серии статей, имеют большое значение для разработки протоколов квантовой информации и манипулирования квантовыми состояниями. Работы Е.А. Вашукевича вносят ценный вклад в квантовую оптику и обработку квантовой информации. Работы написаны на высоком научном уровне, и опубликованы в высокорейтинговых научных журналах. Результаты исследований апробированы на приглашённых и устных докладах на международных конференциях, и отмечены премией Учёного Совета Физического Факультета СПбГУ за научные труды для молодых учёных.

Помимо научной работы, Е.А. Вашукевич вносит немаловажный вклад в развитие школы квантовой оптики на Физическом Факультете СПбГУ, им был разработан и читается магистерский курс лекций по экспериментальной квантовой оптике, ведётся практикум для студентов бакалавриата и магистратуры. Также Е.А. Вашукевич выступил соавтором шести методических пособий по квантово-оптическим лабораторным работам и двух онлайн курсов на платформе «Открытое образование». Доцент Е.А. Вашукевич участвует в жизни академического сообщества, выступая рецензентом в журналах «Оптика и спектроскопия», «Laser Physics Letters».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: на основании результатов тайного голосования (за – 23, против – 1, недействительных бюллетеней – нет), единогласно утвержденных открытым голосованием, Учёный совет Физического Факультета СПбГУ ходатайствует о представлении доцента Е.А. Вашукевича для участия в конкурсе 2024 года по присуждению молодым ученым медали имени профессора В.С. Летохова в номинации «Фундаментальные исследования» за теоретическое описание протоколов построения нелокальных и перепутывающих квантовых логических операций в многомодовых свето-атомных системах.

3.2. СЛУШАЛИ: ученый секретарь Лезова А.А. напомнила о регламенте работы Ученого совета физического факультета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: приняли к сведению полученную информацию.

3.3. СЛУШАЛИ: председательствующий на заседании Ученого совета физического факультета профессор Цветков Н.В. напомнил о необходимости подготовки презентаций научных направлений для выступления перед

компетентной комиссией, сформированной из руководящих работников НИЦ Курчатовский институт.

ВЫСТУПИЛИ: профессор Вербин С.Ю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: приняли к сведению полученную информацию.

3.4. СЛУШАЛИ: председательствующий на заседании Ученого совета физического факультета профессор Цветков Н.В. напомнил об экспертизе материалов, предназначенных для открытого опубликования.

ВЫСТУПИЛИ: профессора Тюхтин А.В., Яковлев С.Л., Михайлов Е.Ф., Агекян В.Ф., Чижик В.И., Шабает В.М.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: приняли к сведению полученную информацию.

3.5. СЛУШАЛИ: профессор Цыганенко А.А. выступил с информацией о научном семинаре физического факультета.

ВЫСТУПИЛИ: профессор Цветков Н.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: приняли к сведению полученную информацию.

3.6. СЛУШАЛИ: профессор Яковлев С.Л. сообщил о конференции «Машинное обучение и цифровые технологии физических исследований».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: приняли к сведению полученную информацию.

По порядку ведения заседания Ученого совета физического факультета замечаний не было.

Председательствующий на заседании
Ученого совета физического факультета



Н.В. Цветков

Ученый секретарь



А.А. Лезова